

Reconstruction d'images hyperspectrales pour un imageur de nouvelle génération

Des instruments capables d'observer simultanément des images dans un grand nombre de longueurs d'onde sont maintenant disponibles dans divers domaines d'applications dont la télédétection et l'astrophysique mais également la microscopie. Ces instruments imageurs hyperspectraux permettent d'obtenir un cube de données 3D (deux dimensions spatiales et une dimension spectrale) avec pour chaque pixel de l'image 2D le spectre correspondant. Un nouvel imageur hyperspectral dont la configuration est contrôlable en temps réel a récemment été proposé au LAAS [1]. La configuration de cet instrument est modifiable par l'intermédiaire d'une matrice de micro-miroirs (MMM) à deux positions (réflexion ou réjection du signal lumineux), jouant le rôle de multiples fentes, dont la largeur, et donc la résolution spectrale, et la position sont entièrement pilotables. Cet aspect adaptatif est en nette rupture avec les principes d'acquisition de données hyperspectrales existants, puisque plutôt qu'un balayage traditionnel de l'ensemble du cube de données hyperspectrales, le pilotage du dispositif permet de se focaliser sur des zones spatiales et spectrales d'intérêt, avec des résolutions spectrales variables.

Le sujet de stage proposé se place dans le cadre du projet HYADIM (*HYperspectral ADaptive IMager*) de collaboration entre le LAAS et le groupe Signal Image en Sciences de l'Univers (SISU) de l'IRAP. L'objectif est d'associer à ce dispositif instrumental des algorithmes de pilotage et de traitement des données afin de lui donner la capacité à s'adapter aux objets observés. Pour cela, nous avons développé un modèle numérique instrumental simplifié, permettant de simuler des données correspondant à un objet et à une configuration instrumentale donnée, et nous étudions des méthodes et algorithmes de reconstruction et d'analyse de ce cube hyperspectral à partir d'un faible nombre d'observations [2].

L'objectif de ce stage est d'étudier et de mettre en œuvre des méthodes de reconstruction ultra-rapides du cube hyperspectral pour des configurations des MMM du type « matrice de Bayer, » soit déterministe, soit aléatoires, étendue aux images hyperspectrales. Cela permet donc une reconstruction immédiate du cube au prix d'une perte de résolution spatiale. On peut alors envisager des méthodes de post-traitement permettant de corriger cette dégradation, s'appuyant par exemple sur le principe de dé-mélange ou sur une détection de contour de l'image. Le travail consistera dans un premier temps à étudier les configurations des MMM (matrice de Bayer étendue) permettant d'obtenir les meilleures reconstructions (à résolution dégradée) au vu des possibilités de l'instrument et du bruit d'acquisition. Dans un second temps, il s'agira d'étudier des post-traitements permettant d'améliorer la résolution spatiale de cette reconstruction, en commençant par des méthodes de type dé-mélange, mais en restant ouvert sur d'autres types de méthodes de traitement d'images.

Ce stage, d'une durée de 6 mois, aura lieu au sein du groupe Signal Image en Sciences de l'Univers (SISU) de l'IRAP en interaction avec des collaborateurs du LAAS. Le travail de stage comportera une part méthodologique, une part d'algorithmique et nécessitera des développements informatiques. Le stagiaire doit avoir des bonnes connaissances en traitement du signal et des images ainsi qu'en estimation et optimisation. Il devra connaître le langage informatique Matlab.

Encadrant :

Hervé CARFANTAN, Herve.Carfantan@irap.omp.eu, <http://userpages.irap.omp.eu/~hcarfantan/>

[1] S. McGregor, S. Lacroix, and A. Monmayrant, Adaptive hyperspectral imager: design, modeling, and control. *Journal of Optics*, 17(8) :085607, 2015.

[2] I. Ardi, H. Carfantan, A. Monmayrant et S. Lacroix, Reconstruction d'images hyperspectrales à faible coût pour un imageur pilotable à double dispersion *Colloque GRETSI*, Sep 2017.